



**Facultad de Medicina  
Universidad Zaragoza**

## Trabajo Fin de Máster

**Neurolisis por radiofrecuencia versus exéresis quirúrgica  
en el Neuroma de Morton**

**Radiofrequency neurolysis versus surgical neurectomy  
for Morton's Neuroma**

Autor:

Javier Adán Laguna

Directora:

Dra. Laura Ezquerra Herrando

*Máster Universitario en Iniciación a la Investigación en Medicina*

*Facultad de medicina / Universidad de Zaragoza*

*Año 2023*

<b>1. RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
2.1. EPIDEMIOLOGÍA	6
2.2. FISIOPATOLOGÍA Y FACTORES DE RIESGO	6
2.3. DIAGNÓSTICO	8
2.4. TRATAMIENTO	10
- NEUROLISIS POR RADIOFRECUENCIA	13
- EXÉRESIS QUIRÚRGICA.	14
<b>3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>6. DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
6.1 LIMITACIONES	31
6.2 FINANCIACIÓN Y CONFLICTO DE INTERESES	32
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>34</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.- Anatomía de los nervios plantares</b>	5
<b>Figura 2.- Maniobras exploratorias del neuroma de Morton</b>	9
<b>Figura 3.- Diagnóstico por imagen del neuroma de Morton</b>	10
<b>Figura 4.- Algoritmo de tratamiento del neuroma de Morton</b>	11
<b>Figura 5.- Tratamiento conservador del neuroma de Morton</b>	12
<b>Figura 6.- Pregunta PICO</b>	17
<b>Figura 7.- Exéresis quirúrgica de neuroma de Morton</b>	19
<b>Figura 8.- Ablación por radiofrecuencia</b>	19
<b>Figura 9.- Distribución del procedimiento</b>	20
<b>Figura 10.- Distribución del procedimiento agrupada por fecha</b>	20
<b>Figura 11.- Características demográficas de la muestra</b>	21
<b>Figura 12.- Histograma de edad según procedimiento</b>	22
<b>Figura 13.- Histograma de tamaño según procedimiento</b>	22
<b>Figura 14.- Disminución de dolor según procedimiento</b>	23
<b>Figura 15.- Relación entre tamaño del neuroma y dolor</b>	24
<b>Figura 16.- Distribución de reintervención según procedimiento</b>	24
<b>Figura 17.- Relación entre tamaño y reintervención</b>	25
<b>Figura 18.- Relación entre método diagnóstico y reintervención</b>	25
<b>Figura 19.- Relación entre fecha de cirugía y reintervención</b>	26
<b>Figura 20.- Principales complicaciones según procedimiento</b>	26
<b>Figura 21.- Relación entre procedimiento y complicaciones</b>	26

## **1. RESUMEN**

**Introducción:** el neuroma de Morton es una de las patologías más frecuentes del antepié. Como alternativa al tratamiento quirúrgico clásico mediante la exéresis del neuroma, ha aumentado en los últimos años el uso de la ablación por radiofrecuencia, una técnica menos invasiva capaz de mejorar la clínica de estos pacientes.

**Objetivos:** comparar los resultados en términos de eficacia y seguridad de la neurosisis por radiofrecuencia frente a la exéresis quirúrgica en nuestro centro.

**Material y Métodos:** se realiza un estudio observacional, descriptivo, longitudinal y retrospectivo. Se evalúan los resultados de los pacientes intervenidos por la Unidad de Cirugía Ortopédica de nuestro centro entre 2012 y 2022, a partir de las anotaciones en la historia clínica. Se analizan variables demográficas, el dolor antes y después de la cirugía mediante la Escala Visual Analógica (EVA) así como las complicaciones y la necesidad de reintervención. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 25, empleando en cada caso el contraste de hipótesis correspondiente.

**Resultados:** se incluyeron 192 procedimientos, de los cuales 110 fueron exéresis quirúrgica y 82 neurosisis por radiofrecuencia. Se agruparon los casos que requirieron reintervención, obteniendo un total de 144 pacientes a los que se realizaron 92 exéresis y 52 neurosisis. La mejoría de dolor tras la intervención fue significativa con ambas técnicas, pero más notable con la exéresis (-5,57 EVA) que con la radiofrecuencia (-4,3 EVA). Se encontraron diferencias en la tasa de complicaciones, siendo mayor para la cirugía abierta (13%) frente a la radiofrecuencia (3,7%), aunque la mayoría de ellas fueron complicaciones menores. Un 26% de los pacientes sometidos a radiofrecuencia acabaron necesitando un rescate quirúrgico mediante exéresis y un 33% de ellos requirió ablaciones repetidas. En nuestro centro, la radiofrecuencia ha pasado de ser una técnica poco frecuente (20%) en los primeros cinco años (2012-2017), a ser una alternativa habitual (57%) a la exéresis del neuroma entre el 2017 y 2022.

**Conclusiones:** la ablación por radiofrecuencia es una técnica útil que logra disminuir el dolor en el neuroma de Morton, aunque el alivio con una sola sesión es menos completo que con la exéresis. La necesidad de ablaciones repetidas sugiere que el efecto neuromodulador de esta técnica puede ser pasajero. No obstante, es una técnica segura con una tasa de complicaciones casi nula que podría realizarse fuera de quirófano, convirtiéndose en una alternativa a la exéresis quirúrgica mucho más accesible.

**PALABRAS CLAVE:** *Neuroma de Morton, neurosisis por radiofrecuencia, termocoagulación, exéresis, tratamiento quirúrgico.*

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Morton's neuroma stands as one of the most prevalent forefoot pathologies. In recent years, radiofrequency ablation has emerged as an alternative to the traditional surgical treatment involving neuroma excision, offering a less invasive approach capable of improving patient symptoms.

**Objectives:** This study aims to compare the efficacy and safety outcomes between radiofrequency neurolysis and surgical excision in our medical center.

**Methods:** An observational, descriptive, longitudinal, and retrospective study was conducted. Patient records from the Orthopedic Surgery Unit between 2012 and 2022 were reviewed. Demographic variables, pre and postoperative pain assessed using the Visual Analog Scale (VAS), complications, and the need for re-intervention were analyzed. Statistical analysis was performed using SPSS version 25, employing appropriate hypothesis testing for each case.

**Results:** A total of 192 procedures were included, comprising 110 surgical excisions and 82 radiofrequency neurolysis. After refining the cases that required reintervention, the sample included 144 patients, out of whom 92 underwent excisions and 52 underwent radiofrequency procedures. Pain improvement post-intervention was significant in both techniques, with excision (-5.57 VAS) demonstrating a more pronounced reduction than radiofrequency ablation (-4.3 VAS). Differences in complication rates were observed, with a higher incidence in open surgery (13%) compared to radiofrequency (3.7%), mostly involving minor complications. 26% of patients undergoing radiofrequency ablation eventually required rescue surgery via excision, and 33% of them needed repeated ablations. In our center, the use of radiofrequency increased from 20% in the initial five years (2012-2017) to a frequent alternative (57%) to excision between 2017 and 2022.

**Conclusions:** Radiofrequency ablation is an effective technique to reduce pain in Morton's neuroma. However, relief after a single session is less pronounced than excision. The necessity for repeated ablations suggests that the neuromodulator effect of this technique might be transient. Nevertheless, it represents a safe method with an almost negligible complication rate that could be performed outside an operating room, thus becoming a more accessible alternative to surgical excision.

**KEYWORDS:** *Morton's Neuroma, radiofrequency neurolysis, thermocoagulation, neurectomy, surgical treatment.*

## 2. INTRODUCCIÓN

El neuroma de Morton es una de las patologías más frecuentes del antepié. Debe su nombre al cirujano americano Thomas George Morton, autor que la describió por primera vez en su obra *Cases of clinical affection of the foot*<sup>1</sup>. La clínica se caracteriza por la aparición de un dolor en el antepié que se describe como eléctrico, que puede empeorar con la carga, y que se acompaña en ocasiones de parestesias especialmente entre el tercer y cuarto dedo.

Pese al término neuroma, no se trata de un proceso neoplásico, sino de un engrosamiento degenerativo de los nervios digitales comunes plantares que aparece distal al ligamento metatarsiano profundo. Los nervios plantares medial y lateral son ramas del nervio tibial posterior que proporcionan inervación sensitiva y motora a la planta del pie. El nervio plantar medial se ramifica distalmente en un nervio digital plantar propio, y en los nervios digitales plantares comunes del primer, segundo y tercer espacio intermetatarsiano. De forma similar, en la cara lateral del antepié el nervio plantar lateral se ramifica en un nervio digital plantar propio para la cara lateral del quinto dedo y el nervio digital común del cuarto espacio intermetatarsiano<sup>2</sup> (ver Figura 1). La localización más frecuente del neuroma de Morton es el nervio digital común plantar del tercer espacio intermetatarsiano.

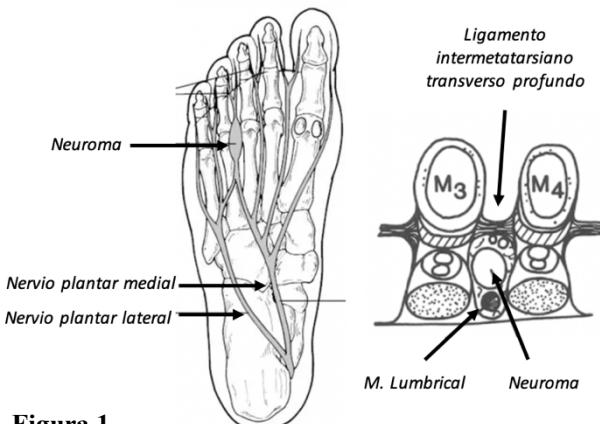


Figura 1  
Anatomía de los nervios plantares

El mecanismo fisiopatológico que explica la aparición del neuroma sigue generando controversia, no obstante existen cambios histológicos que permiten confirmar el diagnóstico. Se caracteriza por una fibrosis del perineuro y epineuro del nervio plantar, asociados a edema en la zona y una pérdida de fibras nerviosas mielínicas<sup>3</sup>, de manera que el engrosamiento del nervio va asociado a una disminución axonal. Además, se describen en ocasiones cambios degenerativos vasculares en las arterias digitales plantares<sup>4</sup>.

## **2.1. Epidemiología**

La prevalencia del neuroma de Morton se calcula en torno al 30%<sup>5</sup> de la población, no obstante la proporción de casos con relevancia clínica es menor. Su presencia es marcadamente superior en el sexo femenino, con una relación de hasta 8:1. Típicamente aparece en pacientes de edad media, alrededor de la quinta década de la vida; pero existen casos en edades muy variadas a partir de la adolescencia<sup>6</sup>.

En cuanto a la localización del neuroma, cuestiones anatómicas que se explicarán más adelante hacen que el tercer espacio intermetatarsiano sea el más frecuentemente afectado (60-70%). Aparece también, por orden de frecuencia, en el segundo espacio (20%) y muy raramente en el cuarto y quinto<sup>7</sup>. No existe una clara diferencia en cuanto a la lateralidad del neuroma y afecta de forma bilateral en un 20% de los casos<sup>5</sup>.

## **2.2. Fisiopatología y factores de riesgo**

En el desarrollo del neuroma de Morton la compresión del nervio a nivel del espacio intermetatarsiano tiene un papel fundamental, sin embargo, existen otros mecanismos fisiopatológicos involucrados. Las diferentes hipótesis sobre el origen del neuroma no son excluyentes entre sí, sino que se complementan para explicar el origen de una patología a menudo multifactorial.

La hipótesis más ampliamente aceptada en la actualidad establece que traumatismos repetidos al nervio común plantar digital acaban produciendo la degeneración fibrosa del mismo. Factores anatómicos pueden explicar la localización más frecuente de esta patología. El nervio común plantar digital del tercer espacio intermetatarsiano se forma habitualmente como anastomosis de una rama del nervio plantar lateral y otra del medial, lo que hace que tenga un grosor mayor y menor movilidad longitudinal que en el resto de espacios<sup>8</sup>. Otras características anatómicas descritas son la menor distancia que existe entre la cabeza de los metatarsos en el segundo y tercer espacio intermetatarsiano respecto al resto de radios<sup>9</sup>; y la poca movilidad del segundo metatarsiano que favorece un mecanismo de cizallamiento del nervio contra el tercer metatarsiano.

Durante la marcha, especialmente en las fases de apoyo final y prebalanceo, se produce una distribución de la carga al antepié que despierta típicamente el dolor. La compresión del nervio se puede producir entre la cabeza de los metatarsianos, a nivel de las articulaciones metatarsofalangicas; pero también hay autores que consideran que es el atrapamiento del nervio contra el borde anterior del ligamento intermetatarsiano transverso profundo, que se acentúa con la dorsiflexión de los dedos, el principal mecanismo lesional<sup>10</sup>. Los buenos resultados con la liberación aislada de este ligamento avalan su importancia en la aparición del neuroma. De esta manera, cualquier situación que disminuya el espacio en la zona de forma crónica puede influir en la producción del neuroma. El uso de calzado de tacón y punta estrecha es el factor de riesgo mejor definido, pero también se ha relacionado con posturas de sedestación apoyando solamente sobre la almohadilla plantar anterior, típicamente en trabajadores de oficina. Además, aparece a menudo asociado a patologías del antepié como el hallux valgus, metatarsus primus varus, hallux limitus, pie pronador o lesiones ocupantes de espacio<sup>11</sup>.

*Bossley et al*<sup>12</sup> introdujeron otra de las teoría clásicas que pone el foco en una bursitis intermetatarsiana como origen de la patología. La bursa del tercer y segundo espacio tiene una estrecha relación con el paquete neurovascular, a diferencia del resto de radios donde existe una distancia de separación mayor. De esta forma, una bursitis en estas localizaciones puede generar un entorno inflamatorio que acabe produciendo fibrosis alrededor del paquete nervioso hasta la aparición del neuroma.

*Nissen et al*<sup>4</sup> describen la teoría de daño vascular al detectar cambios degenerativos en las arterias plantares, tales como trombosis, recanalizaciones incompletas y lesiones del endotelio, que precedían a la aparición de la fibrosis perineural. Esta teoría isquémica ha sido muy criticada y se duda que pueda ser de forma aislada la causa del neuroma. Sin embargo, estudios recientes sí que reconocen la aparición de estas alteraciones vasculares en la mayoría de neuromas extirpados<sup>13</sup>.

En definitiva, en la actualidad se reconoce que la mayoría de neuromas de Morton aparecen por una confluencia de factores anatómicos y funcionales que interactúan alterando la estructura microscópica y macroscópica del nervio plantar digital y las arterias que lo acompañan<sup>14</sup>.

## **2.3. Diagnóstico**

El diagnóstico del neuroma de Morton es esencialmente clínico, basado en los síntomas característicos que presenta el paciente y una exploración física exhaustiva. Se describe como un dolor súbito, lancingante, intermitente, que se localiza en la planta del pie a nivel interdigital y típicamente irradia por los dedos adyacentes o retrógradamente por el tobillo. Puede asociar parestesias en la zona con sensación de acorachamiento o adormecimiento de los dedos. Además, es característico que el dolor mejore al retirar el calzado y frotando la planta del pie<sup>15</sup>.

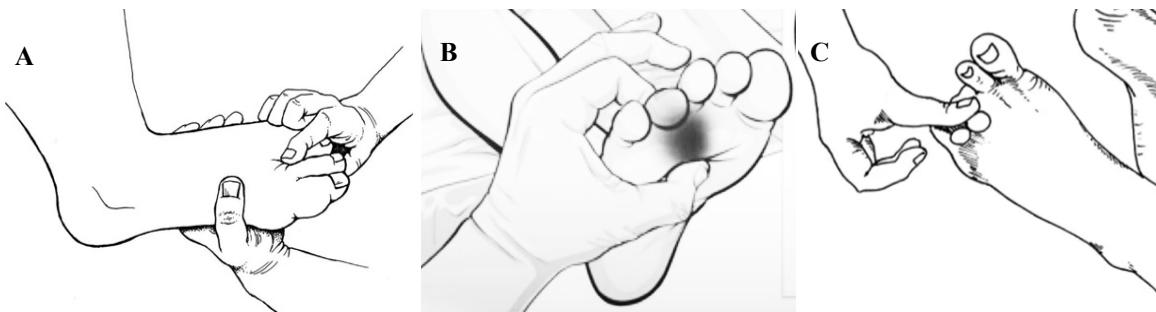
### **2.3.1. Exploración**

La exploración física se considera el gold standard para el diagnóstico de esta patología, hasta el punto de que algunos autores encuentran los resultados de los test clínicos comparables a los del diagnóstico por ecografía<sup>16</sup>. No existen signos visibles del neuroma a la inspección del pie, pero se deben identificar aquellas deformidades del antepié que actúan como factores predisponentes.

El *signo de Mulder*, o *clic de Mulder*<sup>17</sup>, se ha considerado clásicamente patognomónico del neuroma de Morton. Con el paciente en decúbito supino, se comprime con una mano la cabeza del quinto y primer metatarsiano, mientras con la otra se ejerce presión sobre el espacio intermetatarsiano logrando reproducir los síntomas característicos (*Figura 2A*). Además, puede incluso apreciarse un chasquido como consecuencia del paso a presión del neuroma a través de las cabezas de los metatarsianos. No obstante, puede no estar presente hasta en un 50% de los casos, especialmente en aquellas lesiones con un tamaño menor a 1 cm<sup>18</sup>.

El *test de compresión directa (thumb index finger squeeze test)* se considera la prueba con mayor sensibilidad<sup>16</sup>, pero sin embargo su especificidad es menor que el test de Mulder. Consiste en aplicar presión en el espacio intermetatarsiano distal realizando la pinza con pulgar e índice para reproducir el dolor (*Figura 2B*).

Por último, la dorsiflexión de los dedos aumenta también el dolor, al tensar el ligamento intermetatarsiano transverso profundo y provocar la compresión y estiramiento de la rama nerviosa; el denominado *signo de Laségue del pie* (*Figura 2C*).



**Figura 2**

Maniobras exploratorias del neuroma de Morton: A- Signo de Mulder, B- Test de compresión directa, C- Signo de Laségue del pie

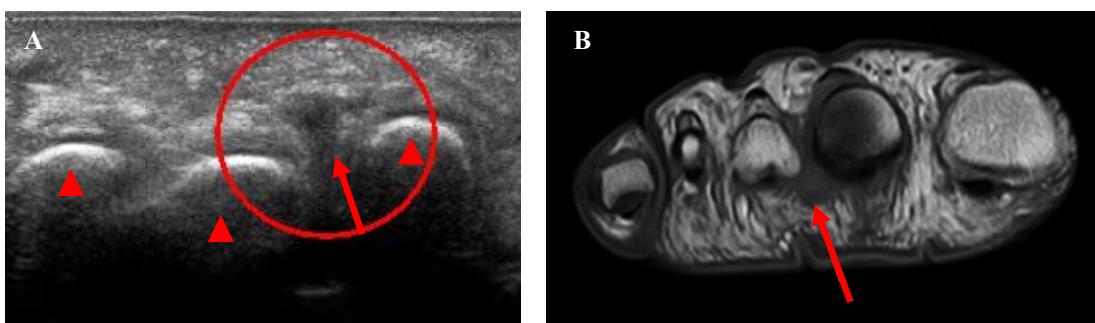
### 2.3.2. Pruebas complementarias

No existe consenso sobre la necesidad de pruebas complementarias de forma sistemática para el diagnóstico<sup>19</sup>, aunque su uso en la práctica clínica es la norma. La radiografía en carga puede ayudar a detectar deformidades del antepié que pueden coexistir con el neuroma y facilita el diagnóstico diferencial con otras metatarsalgias.

La ecografía es la técnica más empleada por su bajo coste, accesibilidad, rapidez e inocuidad para el paciente y tiene la ventaja de permitir la realización de test dinámicos. La sensibilidad de la prueba es del 91% (IC95:83–96) y su especificidad del 85% (IC95:41–100)<sup>20</sup>. El neuroma se identifica como una masa hipoecogénica de morfología ovoidea que se sitúa entre las cabezas de los metatarsianos (*Figura 3*). La compresión lateral de la cabeza de los metatarsianos puede provocar la extrusión de dicha masa, hallazgo muy característico denominado *signo de Mulder ecográfico*. El grosor habitual del nervio digital plantar común es de 1-2 mm, por lo que no se identifica con la ecografía, pero existe controversia sobre el tamaño de corte a partir del cual considerar la presencia del neuroma. Una sección transversal mayor a 5 mm se plantea como el valor con mayor especificidad y sensibilidad para el diagnóstico, aunque sigue existiendo mucha variabilidad interobservador y la experiencia del ecografista determina la fiabilidad de la prueba<sup>21</sup>.

La resonancia magnética nuclear (RMN) tiene una sensibilidad del 90% (IC95: 41–100) y una especificidad del 100% (IC95: 73–100)<sup>20</sup>. Entre sus limitaciones se encuentran

el mayor coste económico, menor accesibilidad y un tiempo largo de ejecución. El neuroma se identifica como una estructura ovalada con baja intensidad de señal en secuencias T1 (ver *Figura 3B*) y moderadamente altas en T2, que se sitúa anterior a la cabeza de los metatarsianos. Los valores de corte aplicables son similares a los comentados anteriormente para la ecografía. La RMN tiene como principal ventaja que no es operador-dependiente y que es capaz de valorar con mayor detalle el resto de las estructuras del antepié facilitando el diagnóstico diferencial con fractura de estrés, verdaderos schwannomas o necrosis óseas.



**Figura 3**

Diagnóstico por imagen del neuroma de Morton: A- ecografía, B- RMN (T1). Reconózcase el neuroma (flecha) situado entre la cabeza de los metatarsianos (puntas de flecha).

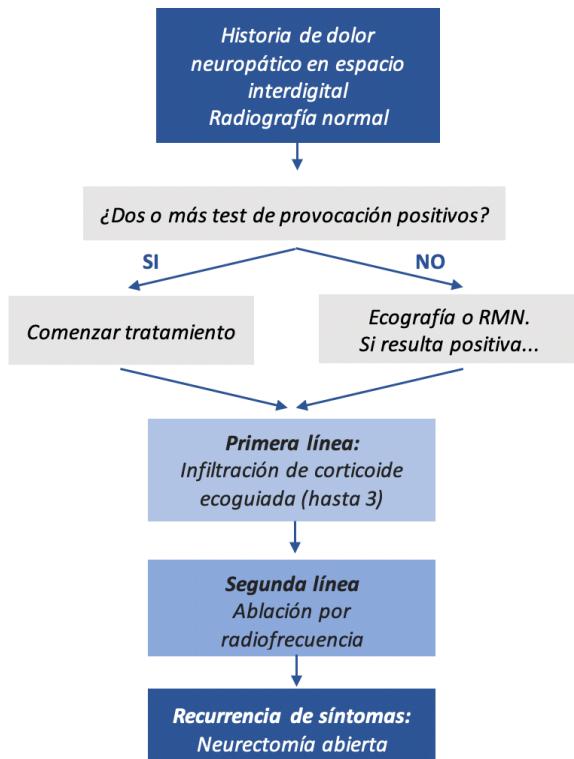
**Nota.** Modificado de “Morton’s neuroma: review of anatomy, pathomechanism and imaging”, por Mak MS et al, Clin Radiol. 2021;76(3):3-9.

Las últimas revisiones no encuentran diferencias significativas entre la ecografía y la RMN, sin embargo la superioridad de la primera en cuanto a coste-efectividad hace que se recomiende como prueba de elección<sup>20,22</sup>. Por último, en los últimos años se ha introducido la elastografía como evolución de la ecografía capaz de evaluar la elasticidad de los tejidos blandos, lo que permite identificar con mayor precisión neuromas de pequeño tamaño que pueden pasar desapercibidos en la ecografía convencional<sup>23</sup>.

#### 2.4. Tratamiento

El tratamiento del neuroma de Morton comienza con medidas conservadoras que tratan de aliviar la presión en el antepié, puede avanzar al uso de infiltraciones locales y si los síntomas persisten se opta por técnicas invasivas entre las que destacan la ablación por radiofrecuencia y la exéresis quirúrgica. Jain et al<sup>24</sup> proponen un algoritmo diagnóstico-terapéutico escalonado, en el que la exéresis se reserva como último recurso (ver *Figura 4*). La revisión sistemática Cochrane de Thomson et al<sup>25</sup> en

2004 mostró la falta de estudios de calidad en cuanto al tratamiento de esta patología, por lo que los autores no fueron capaces de establecer recomendaciones formales. En el año 2021, *Matthews et al*<sup>26</sup> presentaron el protocolo de una nueva revisión Cochrane cuyos resultados aún no han sido publicados.



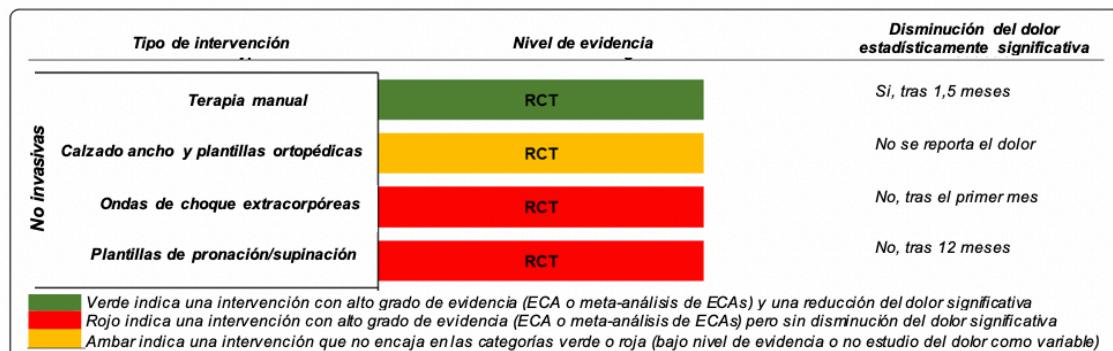
**Figura 4**  
*Algoritmo de tratamiento del neuroma de Morton*

**Nota.** Modificado de “The Diagnosis and Management of Morton’s Neuroma: A Literature Review”, por Jain S et al, *Foot Ankle Spec.* 2013;6(4):307-17.

#### **2.4.1 Tratamiento conservador.**

El tratamiento conservador, resumido en la *Figura 5*, comienza con modificaciones del tipo de calzado, evitando aquellos con punta estrecha y con un tacón superior a los 2 cm con el objetivo de disminuir la presión que se ejerce en el antepié en la fase de balanceo de la marcha. Estos cambios han demostrado resultados favorables hasta en un 50% de los pacientes, sin embargo la mejoría suele ser temporal<sup>27</sup>. Por otro lado, se ha estudiado en profundidad el uso de diferentes diseños de órtesis. El ensayo controlado aleatorizado de *De Oliveira et al*<sup>27</sup> demostró la mejoría del dolor con el uso de plantillas con soporte retrocapital y arco medial longitudinal, especialmente a partir

del tercer mes de uso<sup>28</sup>. La terapia manual, con ejercicios de estiramiento plantar y de la articulación metatarsofalángica también logra alivio parcial del dolor<sup>29</sup>. La evidencia disponible no avala el uso de plantillas con modificación de la pronación/supinación, ni de las ondas de choque extracorpóreas<sup>30</sup>.



**Figura 5**

*Tratamiento conservador del neuroma de Morton: Análisis de la calidad de la evidencia disponible.*

**Nota.** Modificado de “The effectiveness of non-surgical interventions for common plantar compressive neuropathy (Morton’s neuroma): A systematic review and meta-analysis, por Matthews et al, J Foot Ankle Res. 2019;12(1):1-21

Cuando las medidas comentadas anteriormente no logran el alivio sintomático se puede recurrir al uso de infiltraciones locales como paso previo a técnicas más invasivas. La infiltración de corticoesteroides logra disminuir el dolor en un 30% de los pacientes, pero a menudo existen recaídas a partir de los 6 meses por lo que se suelen necesitar varias infiltraciones y un 20-40% requieren cirugía<sup>24</sup>. El único ensayo controlado aleatorizado disponible al respecto avala el uso combinado de 1 mL de metilprednisolona (40mg) y 1 mL de lidocaína (2%)<sup>31</sup>. Se ha estudiado el uso de sustancias esclerosantes como el etanol o fenol intrasustancia para lesionar intencionadamente la rama nerviosa y bloquear el estímulo nociceptivo, con una tasa de éxito del 60-90%. Con esta técnica se consigue una disminución del tamaño del neuroma en un 30% de pacientes, pero hasta un 20% experimentan un empeoramiento del dolor en las primeras tres semanas tras la infiltración<sup>32</sup>. Por último, la infiltración local de toxina botulínica A bloquea la liberación de neuropéptidos relacionados con el dolor y se ha propuesto como una técnica eficaz y con pocos efectos secundarios<sup>33</sup>.

## **2.4.2 Medidas invasivas**

Pese a la utilidad de las medidas conservadoras, un 30-50% de los pacientes no responde positivamente y en un 30% los síntomas reaparecen tras el primer año, por lo que se recurre a otras técnicas invasivas<sup>34</sup>. Resulta primordial un estudio detallado de la anatomía del antepié, ya que en muchas ocasiones existirán deformidades acompañando al neuroma que se podrán corregir en el mismo acto quirúrgico para lograr un alivio sintomático completo. En los casos en los que el neuroma aparece de forma aislada las técnicas más empleadas son el uso de radiofrecuencia y la exéresis quirúrgica. En los últimos años se han propuesto abordajes endoscópicos mínimamente invasivos que logran la descompresión del nervio mediante la sección del ligamento intermetatarsiano transverso profundo, con resultados muy favorables<sup>35</sup>.

A continuación se profundiza en las dos técnicas objeto de estudio en este trabajo, la neurosisis por radiofrecuencia y la exéresis quirúrgica.

### **- *Neurosisis por radiofrecuencia***

La ablación por radiofrecuencia, también llamada rizólisis, emplea un generador conectado a un electrodo que concentra electricidad en la punta. Esta corriente actúa sobre los iones cargados del tejido circundante provocando calentamiento por fricción y cuando se alcanzan temperaturas locales superiores a los 70º se produce la necrosis por termocoagulación<sup>36</sup>. Esta tecnología se ha empleado con frecuencia en el tratamiento de arritmias cardíacas, dolores neuropáticos como la neuralgia del trigémino y el control de tumores sólidos y bajo los mismos principios Finney *et al*<sup>37</sup> propusieron por primera vez en 1989 su utilidad en el neuroma de Morton.

El uso de termocoagulación en el neuroma de Morton se ha popularizado en los últimos 10 años, sin embargo, todavía no existen ensayos controlados aleatorizados sobre su eficacia. Los estudios publicados reflejan tasas de éxito en torno al 80% en la desaparición del dolor<sup>38</sup>. Habitualmente se ha empleado el uso de radiofrecuencia continua, que logra temperaturas locales por encima de los 70º, pero existen estudios que defiende el uso de radiofrecuencia pulsada, mínimamente neurodestructiva, ya que alcanza temperaturas inferiores a 50º y obtiene resultados comparables<sup>39</sup>.

### **- Exéresis quirúrgica.**

La exéresis quirúrgica o neurectomía es el tratamiento invasivo más utilizado y el último escalón terapéutico en los casos refractarios a otras técnicas. Se plantea que la escisión definitiva de la rama nerviosa interdigital afectada acaba con el estímulo doloroso e impide que los síntomas vuelvan a aparecer con el tiempo. De nuevo, los estudios disponibles presentan un nivel de evidencia intermedio, con resultados a largo plazo favorables y tasas de éxito cercanas al 85%. No obstante, la recurrencia del dolor pese a la neurectomía está presente en un 10% de pacientes y se relaciona con diagnósticos incorrectos, exéresis incompletas o aparición de neuromas en el muñón<sup>24</sup>.

La resección del neuroma asocia una pérdida de sensibilidad en el espacio intermetatarsiano afectado sin relevancia clínica y presenta una tasa de complicaciones mínima, principalmente a expensas de infecciones superficiales de la herida quirúrgica. La vía de abordaje sigue siendo controvertida. El abordaje dorsal, el más empleado, permite un acceso y liberación del ligamento intermetatarsiano transverso profundo y la zona de la herida quirúrgica no está sometida a la carga. El abordaje plantar es más estético, con una cicatriz oculta a la vista, pero que se ve sometida a la carga pudiendo presentar más complicaciones en el postoperatorio. Además, la localización del nervio desde la planta del pie resulta más costosa por la abundancia de tejido graso en la zona. La bibliografía disponible no encuentra diferencias significativas entre los dos abordajes, pero la baja calidad de los estudios incluidos impide establecer recomendaciones al respecto<sup>40,41</sup>.

### **3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

El uso de la termocoagulación por radiofrecuencia es una técnica cada año más empleada en el tratamiento del neuroma de Morton. Como se ha comentado anteriormente, los estudios sobre la termocoagulación en el neuroma de Morton son limitados y no existe consenso sobre las recomendaciones de tratamiento. En nuestro centro esta patología es atendida casi en su totalidad por la Unidad de Cirugía Ortopédica (UCO), que acumula una amplia experiencia en el uso de la radiofrecuencia

y dispone de una serie mayor a las publicadas hasta la fecha. En la práctica habitual de nuestra unidad, hay una tendencia creciente a indicar la ablación por radiofrecuencia para el tratamiento del neuroma, pero los resultados clínicos no se han revisado hasta el momento. El presente estudio tiene como objetivo revisar los resultados clínicos de la Unidad de Cirugía Ortopédica del Hospital Universitario Miguel Servet (HUMS) en el tratamiento quirúrgico del neuroma de Morton mediante la exéresis o la ablación por radiofrecuencia.

La hipótesis que se plantea en el estudio es que la ablación por radiofrecuencia es una técnica comparable, en términos de seguridad y eficacia, a la exéresis quirúrgica en el control del dolor del neuroma de Morton refractario a tratamiento conservador. A continuación se enumeran los objetivos del proyecto:

**Objetivo principal:**

- Mejoría clínica (disminución del dolor) tras la intervención, cuando se comparan los resultados de la neurolisis por radiofrecuencia versus la exéresis quirúrgica.

**Objetivos secundarios:**

- Evaluar la tasa de complicaciones de ambas técnicas.
- Evaluar la necesidad de reintervención a largo plazo en cada una de las técnicas.
- Analizar las características epidemiológicas de los pacientes intervenidos en nuestro centro de neuroma de Morton.
- Analizar las pruebas complementarias empleadas en el diagnóstico de la patología.
- Comparar los resultados obtenidos en nuestro centro con los publicados en otros entornos.
- Analizar la evolución en la indicación de termocoagulación por radiofrecuencia en nuestro centro a lo largo de los años que se revisan en el estudio.

#### **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

Se diseñó un estudio observacional descriptivo, con recogida de datos de forma retrospectiva. Se incluyeron todos aquellos pacientes intervenidos de Neuroma de Morton mediante técnica de exéresis quirúrgica o ablación por radiofrecuencia en los últimos 10 años (enero de 2012 - octubre de 2022) en el HUMS de Zaragoza. Los pacientes intervenidos se recuperaron del historial de programación quirúrgica de la Unidad de Cirugía Ortopédica (UCO), que recoge todas las intervenciones realizadas, la patología y la técnica empleada; para posteriormente realizar una base de datos original con la información necesaria. El proyecto recibió el dictamen favorable del Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad de Aragón (CEICA) el día 08 de enero de 2023 (ver Anexo 1).

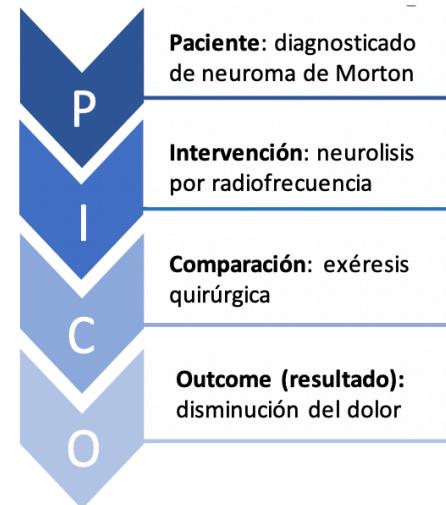
El cálculo del tamaño muestral no se llevó a cabo mediante muestreo probabilístico sino que el estudio comprendió a todos los pacientes intervenidos en nuestro centro por neuroma de Morton mediante técnica de exéresis quirúrgica o neurolisis por radiofrecuencia recogidos en el historial quirúrgico. En la literatura existente comparando estas dos técnicas, los estudios disponibles presentan tamaños muestrales limitados en torno a 50 pacientes por técnica<sup>37,42</sup>. El trabajo que planteamos en nuestro centro, con amplia experiencia en el uso de la radiofrecuencia en el neuroma de Morton pretendía incluir un tamaño muestral significativamente superior al resto de estudios publicados.

A continuación se detallan los *criterios de exclusión* considerados para la elaboración de la base de datos.

- Pacientes en los que se intervino de alguna patología concomitante del antepié en el mismo acto quirúrgico.
- Pacientes en los que no existían datos de seguimiento tras la cirugía.
- Pacientes con deterioro cognitivo grave que dificulase la evaluación del dolor.
- Pacientes derivados para intervenir en otro centro.
- Pacientes en los que se realizó infiltración con o sin adición de plasma rico en plaquetas (PRP) para el tratamiento del neuroma de Morton.

Una vez excluidos los pacientes que no cumplieron criterios, se elaboró una base de datos Excel original pseudoanónimizada en la que se recogieron las siguientes variables: datos demográficos (edad y sexo), técnica empleada, fecha de inclusión en lista de espera, fecha de intervención, lateralidad, espacio interdigital afectado, técnica diagnóstica empleada (ecografía o RMN), dimensión del neuroma por imagen (mm), cirugía sin ingreso (si/no), dolor antes de la cirugía y tras la intervención medido mediante la Escala Visual Analógica (EVA) del dolor, intervenciones previas (si/no), número y necesidad de reintervención y complicaciones. Como complicaciones, se consideraron aquellas relacionadas con la intervención, sin incluir la persistencia del dolor que se evaluó mediante la EVA y la tasa de reintervención. Todos estos datos se recuperaron, previa autorización de la dirección del centro, de las anotaciones de la Historia Clínica Electrónica del Servicio Aragonés de Salud. En los casos más antiguos donde la información no estaba informatizada, se solicitó acceso a la historia clínica física al servicio de documentación del HUMS.

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Pubmed-Medline, Web of Science y Cochrane Library, en base a la pregunta PICO planteada en la *Figura 6*. Se limitaron los artículos incluidos a los últimos 15 años, aunque se incluyeron referencias anteriores cuando se consideraron de relevancia para el trabajo. En aquellas bases que admitían la búsqueda por lenguaje controlado se utilizó el siguiente descriptor MESH con sus subapartados: Morton Neuroma/diagnostic imaging, Morton Neuroma/epidemiology, Morton Neuroma/therapy, Morton Neuroma/surgery. Los resultados obtenidos se importaron al gestor bibliográfico Mendeley Desktop (v. 1.19) a fin de eliminar los duplicados y analizarlos.



**Figura 6**  
*Pregunta PICO.*

Para el análisis estadístico se ha utilizado el paquete SPSS versión 25 de IBM. Para el análisis descriptivo de nuestra muestra se emplearon tablas de frecuencias, gráficos y estadísticos de tendencia central, dispersión y asimetría. En el caso de las

variables cuantitativas, usamos media, mediana, moda, percentiles, valores máximo y mínimo, asimetría, curtosis y gráficos de barras o histograma. En el caso de variables cualitativas sean dicotómicas o polítómicas, se describieron las tablas de frecuencias y las gráficos de barras o de sectores.

Posteriormente, realizamos el análisis conjunto de las variables de interés a través de las tablas de contingencia o de doble entrada, acompañadas del estadístico de contraste correspondiente para cada caso. Cuando se iban a correlacionar variables cuantitativas se empleó el estadístico de *correlación de Pearson*, este estadístico toma valores entre (-1 y 1) significando el valor cero o próximo a cero que las variables son no correlacionadas. Cuando los valores se acercan más a -1 o +1 indican que hay relación directa o inversa entre las variables.

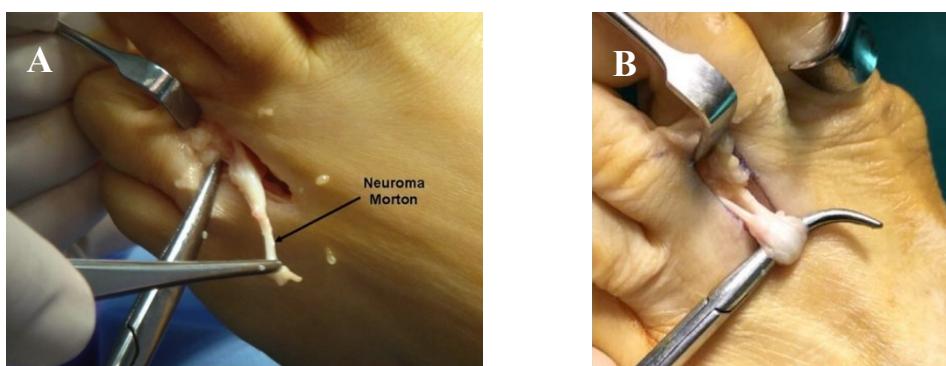
Para el análisis de las variables cuantitativas con las cualitativas se usó el estadístico de *Chi cuadrado de Pearson*. Un p-valor inferior a 0,05 indica que hay relación estadísticamente significativa entre las variables. En alguna ocasión fue necesario realizar el test T de diferencia de medias. Cuando se correlacionaron variables cuantitativas entre sí, se estudió la fortaleza de esa relación mediante el *coeficiente Phi* y *V de Cramer*. El *coeficiente Phi* es más adecuado para variables cualitativas dicotómicas 2x2 y *V de Cramer* si éstas tienen más de dos modalidades o polítómicas.

A continuación se detalla la técnica quirúrgica empleada, tanto en el caso de la exéresis como para la radiofrecuencia en el neuroma de Morton. En nuestro centro, ha existido homogeneidad a lo largo de estos años entre los diferentes cirujanos de la unidad en la técnica empleada, con pequeñas modificaciones personales o por actualizaciones en el material empleado, de poca relevancia.

#### - ***Exéresis quirúrgica***

Mediante anestesia locorregional y sedación, con el paciente en decúbito supino e isquemia mediante manguito en pantorrilla, se realiza el abordaje por vía dorsal. La incisión, sobre el espacio interdigital afecto, comienza a nivel de la comisura y se extiende unos 3 cm hacia proximal. Se profundiza entre las cabezas de los metatarsianos, intentando respetar los nervios digitales dorsales, hasta exponer el

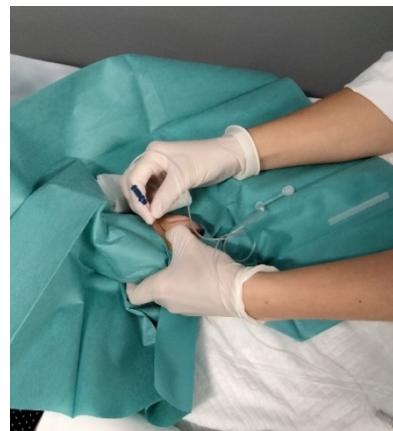
ligamento intermetatarsiano transverso profundo. De forma sistemática se realiza una sección longitudinal de dicho ligamento que permite abordar el neuroma fácilmente. Tras la disección cuidadosa del mismo, se lleva a cabo una resección lo más proximal posible del nervio, para intentar que se retraja (Figura 7A). Distalmente se secciona a nivel de cada una de las dos ramas digitales siempre que es posible (Figura 7B). Se realiza un cierre por planos y un vendaje compresivo durante las primeras horas. En el postoperatorio se pauta analgesia oral a demanda, heparina de bajo peso molecular 20 días y se permite la deambulación con zapato de tacón invertido ayudado o no de bastones según la tolerancia.



**Figura 7**  
Exéresis quirúrgica de neuroma de Morton: A.- Sección proximal del neuroma, B.- Sección distal en las ramas digitales

#### - **Neurolisis por radiofrecuencia**

En nuestro centro, para la termocoagulación por radiofrecuencia se emplea un dispositivo generador de radiofrecuencia pulsada (*modelo Top Lesion Generator, TLG-10*), con una cánula de 23G-60 mm y una punta activa de 5 mm. Una vez introducida la aguja en el espacio interdigital afectado, se realiza una estimulación con una frecuencia de 50 herzios y un voltaje que oscila entre 0 y 5 voltios buscando desencadenar el dolor del paciente. Si el punto doloroso es correcto, se inicia un ciclo de radiofrecuencia pulsada de 4 minutos a una frecuencia de 1 herzio y un voltaje de 45 voltios (Figura 8). La intervención se realiza en régimen de cirugía sin ingreso y se permite la deambulación en el postoperatorio inmediato.

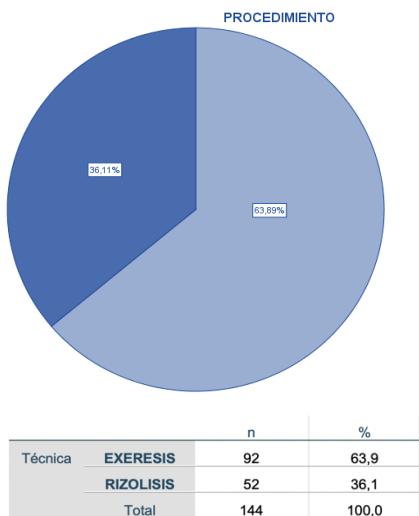


**Figura 8**  
Ablación por radiofrecuencia

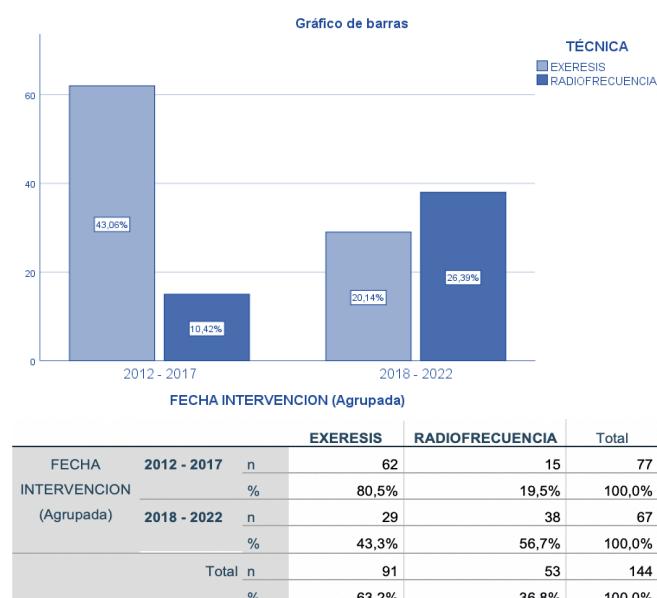
## 5. RESULTADOS

Se recuperaron del historial quirúrgico de la unidad 334 procedimientos con diagnóstico de neuroma de Morton realizados entre enero de 2012 y octubre de 2022. Tras depurar la base de datos según los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo un total 192 procedimientos. Para analizar las características demográficas de la muestra se agruparon los casos en que se había intervenido repetidamente a un mismo paciente, obteniendo una muestra final de 144 pacientes, con un total de 192 procedimientos.

Para analizar cada técnica por separado, se incluyó a cada paciente según la primera técnica invasiva indicada: ablación por radiofrecuencia (*en adelante rizólisis o radiofrecuencia*) o exéresis. De esta forma, en 52 pacientes (36%) se indicó radiofrecuencia inicialmente y en 92 pacientes (64%) se realizó directamente exéresis del neuroma. Se estratificó la muestra por fecha en dos grupos: procedimientos realizados entre el 2012 y 2017; y entre 2018 y 2022. La *Figura 10* refleja que en los primeros 5 años (2012-2017) el 80% de los procedimientos fueron exéresis, mientras que en los últimos 5 años (2018-2022) este porcentaje fue del 43,3% frente a un 56,7% de radiofrecuencia.



**Figura 9**  
*Distribución del procedimiento*



**Figura 10**  
*Distribución del procedimiento agrupada por fecha*

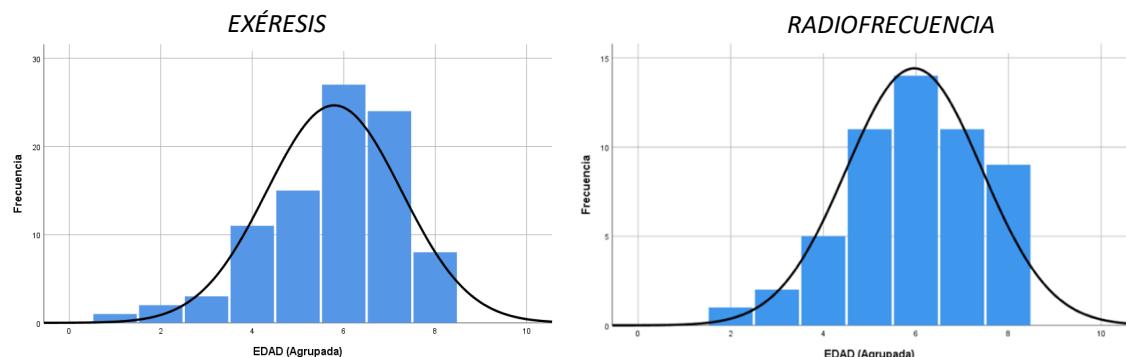
La **Figura 11** recoge las características demográficas de nuestra muestra. Comenzamos analizando la edad de los pacientes intervenidos con cada técnica. El grupo exéresis tuvo una edad media de 56 años, una mediana de 57 años y el rango fue de 21 años de edad mínima a 77 años de máxima. En el caso de la radiofrecuencia, la edad media fue de 57 años, la mediana de 57 años y la edad mínima 23 años, siendo la máxima de 76 años. Los histogramas de cada grupo (**Figura 12**) demuestran una distribución por edades en la que el grupo más frecuente fue entre 54 y 61 años que incluía el 26,4% de radiofrecuencia y el 29,7% de exéresis.

Variable	Clase	Técnica		Total
		EXÉRESIS	RADIOFRECUENCIA	
<b>Edad</b> (mediana (RIC))		57 (48-65)	57 (50-64,5)	57
<b>Sexo</b> %(n)	<b>Mujer</b>	77,2% (71)	69,2% (36)	74,3% (107)
	<b>Hombre</b>	22,8% (21)	30,8% (16)	25,7% (37)
<b>Espacio intermetatarsiano</b> %(n)	<b>2º</b>	32,6% (30)	28,8% (15)	31,2% (45)
	<b>3º</b>	67,4 % (62)	71,1% (37)	68,75% (99)
<b>Lateralidad</b> %(n)	<b>Derecho</b>	44,5% (41)	38% (20)	42,3% (61)
	<b>Izquierdo</b>	55,5% (51)	62% (32)	57,7% (83)
<b>Dimensión</b> (media (SD))	<b>mm</b>	7,08 (2,1)	6,29 (1,4)	6,7 (1,6)
<b>Técnica diagnóstica</b> %(n)	<b>Ecografía</b>	70,7% (65)	67,3% (35)	69,4% (100)
	<b>RMN</b>	29,3% (27)	32,7% (17)	30,6% (44)
<b>Días en lista de espera</b> (mediana (RIC))		136 (81-191)	178 (62-263)	157
<b>Dolor</b> (media en escala EVA) (media (SD))	<b>Dolor preIQ</b>	7,25 (0,7)	7,67 (0,9)	7,4
	<b>Dolor postIQ</b>	1,58 (1,6)	3,37 (1,7)	2,23
<b>Disminución de dolor</b>		-5,57	-4,3	-5,2

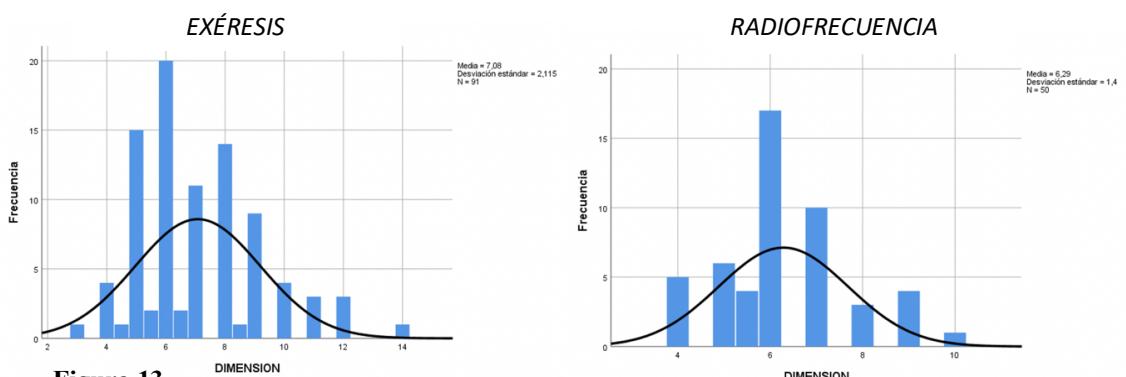
**Figura 11**  
*Características demográficas de la muestra*

En global, 107 de los pacientes incluidos fueron mujeres (74,3%) y 37 eran hombres (25,7%). El grupo de radiofrecuencia incluyó un porcentaje ligeramente superior de hombres, con casi un 31%. En cuanto a la localización, 62 neuromas (64,7%) en el grupo de exéresis y 37 en el de radiofrecuencia (71,1%) aparecieron en el tercer espacio; los restantes aparecieron sobre el segundo espacio intermetatarsiano. El lado más afectado fue el izquierdo, con un total de 83 casos (57,7%). En todos los pacientes se recurrió a alguna prueba complementaria para el diagnóstico, en un 69,4% de los casos se empleó ecografía y en el 30,6% restante resonancia magnética nuclear. El tiempo en lista de espera fue superior en el grupo de radiofrecuencia con una mediana de 178 días frente a 136 para la exéresis, aunque con dispersión importante de los datos.

La dimensión media de los neuromas estudiados fue de 6,7 mm. El caso de menor tamaño incluido fue de 3 mm y el mayor de 12 mm. Cabe destacar que el 95% de los casos tuvieron tamaños iguales o menores a 9 mm (**Figura 13**). En este caso, sí que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, con una tamaño medio de 6,29 mm en el de radiofrecuencia frente al 7,08 en el grupo de exéresis.

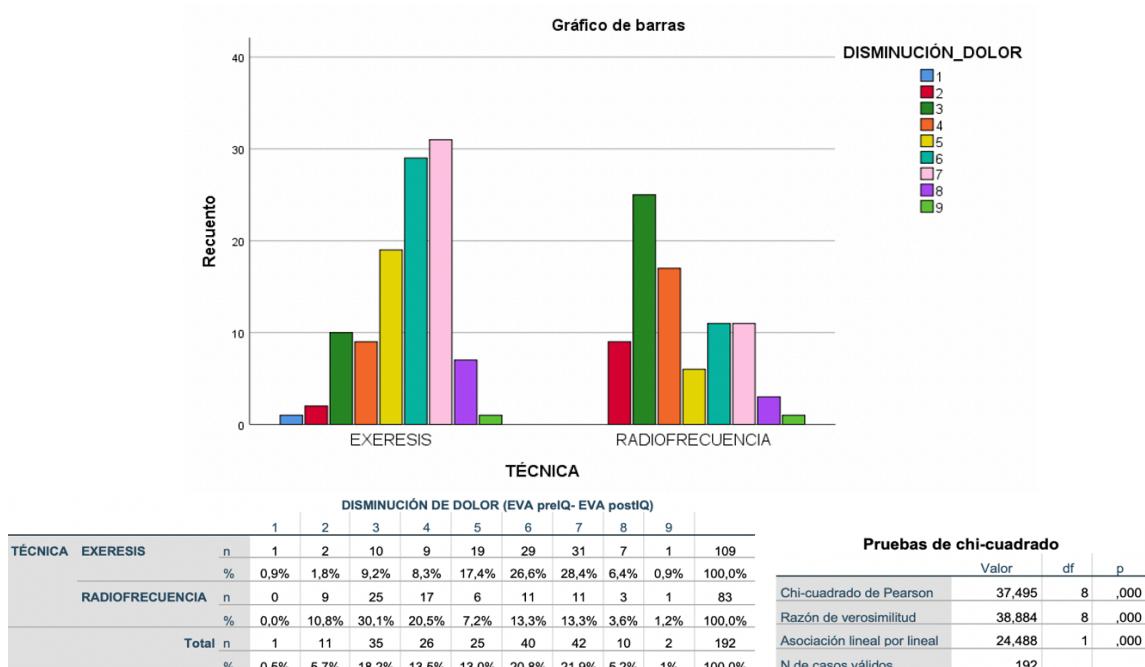


**Figura 12**  
*Histogramas de edad según procedimiento*



**Figura 13**  
*Histograma de tamaño según procedimiento*

Se llevó a cabo un análisis del dolor previo a la intervención y posterior según la escala EVA. En global, el dolor medio antes de la intervención fue de EVA 7 (7,4), con valores iniciales similares para cada técnica. El dolor medio tras la intervención fue de EVA 2 (2,3). La diferencia entre el dolor previo a la intervención y tras ella fue significativa para cada una de las técnicas. No obstante, el valor absoluto de disminución de dolor fue mayor en la técnica de exéresis, con un descenso medio de 5,57 puntos en EVA, frente a 4,3 puntos con la radiofrecuencia, diferencias que resultaron estadísticamente significativas ( $p<0,05$ ). La **Figura 14** muestra que en el caso de la exéresis la moda de disminución de dolor fue 7, frente a 3 para el grupo de radiofrecuencia.



**Figura 14**

Disminución de dolor según procedimiento.

La **Figura 15** analiza la relación entre el dolor previo a la intervención y la dimensión del neuroma, para el conjunto de todos los procedimientos realizados. Con una correlación de Pearson de 0,091 y un p-valor de 0,218 ( $>0,05$ ) declaramos no solo independencia entre las variables dimensión y dolor preIQ sino que además son incorreladas o no existe ninguna relación entre ellas.

		DIMENSION (Agrupada)							
		<= 3	4 - 6	7 - 9	10 - 11	12+	Total		
DOLOR	6 n	0	6	21	3	0	30		
PREIQ	%	0,0%	20,0%	70,0%	10,0%	0,0%	100,0%		
7 n	0	20	42	13	0	75			
	%	26,7%	56,0%	17,3%	0,0%	100,0%			
8 n	1	21	35	11	2	70			
	%	1,4%	30,0%	50,0%	15,7%	2,9%	100,0%		
9 n	0	1	8	1	2	12			
	%	8,3%	66,7%	8,3%	16,7%	100,0%			
Total	n	1	48	106	28	4	187		
	%	0,5%	25,7%	56,7%	15,0%	2,1%	100,0%		

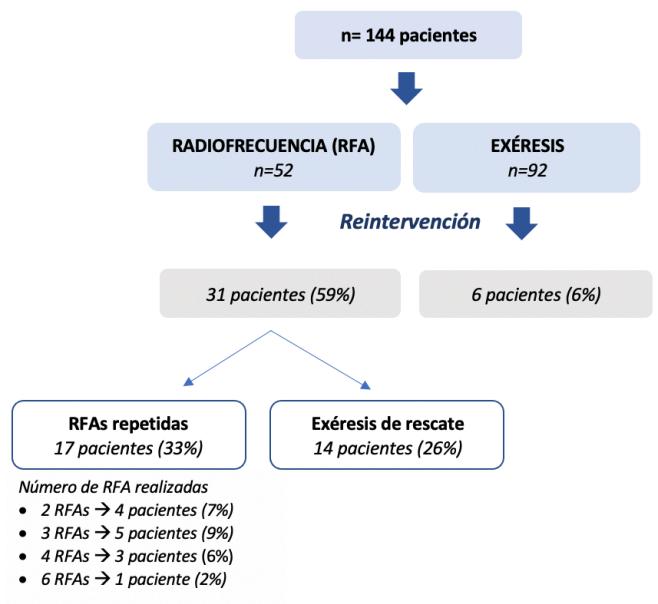
  

Correlaciones		
DIMENSION	DOLOR PREIQ	
DIMENSION	Correlación de Pearson	1 ,091
	Sig. (bilateral)	,218
N		187 187
DOLOR PREIQ	Correlación de Pearson	,091 1
	Sig. (bilateral)	,218
N		187 192

**Figura 15**

Relación entre tamaño del neuroma y dolor.

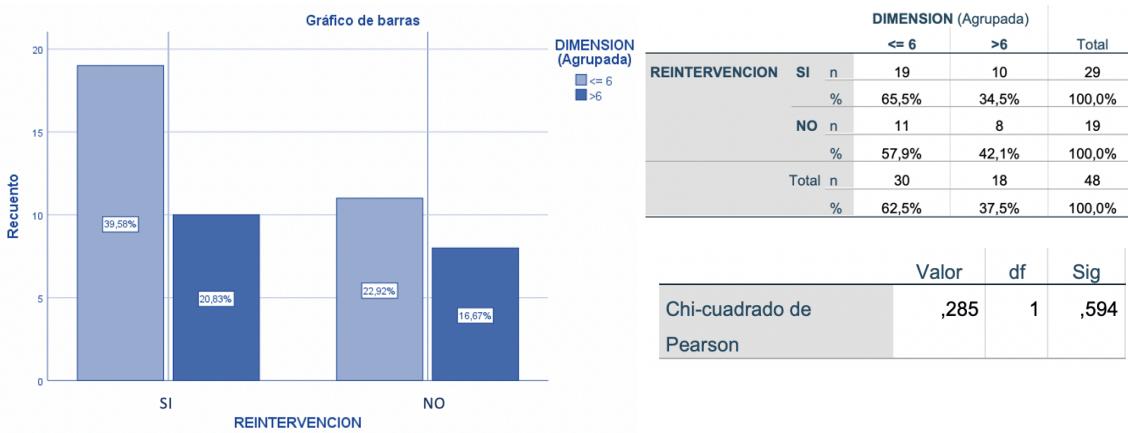
La **Figura 16** recoge los pacientes en los que se realizó más de un procedimiento. Se observa una clara diferencia en el porcentaje de reintervención entre el grupo de exéresis (6%) y el de radiofrecuencia (59%). Un 33% de los pacientes a los que se indicó radiofrecuencia, requirieron más de una sesión. En el 29% de los pacientes en que se realizaron radiofrecuencias repetidas se llevaron a cabo tres sesiones (5 pacientes) y en un 17% de los casos bastó con dos ciclos. De los 52 pacientes a los que se ofreció radiofrecuencia como primera opción, a 14 de ellos (26%) se les acabó realizando exéresis. En global, el 74% de los pacientes que fueron sometidos a radiofrecuencia evitaron la cirugía de resección. Todos los pacientes que se volvieron a intervenir dentro del grupo de exéresis requirieron un rescate mediante nueva cirugía abierta.



**Figura 16**

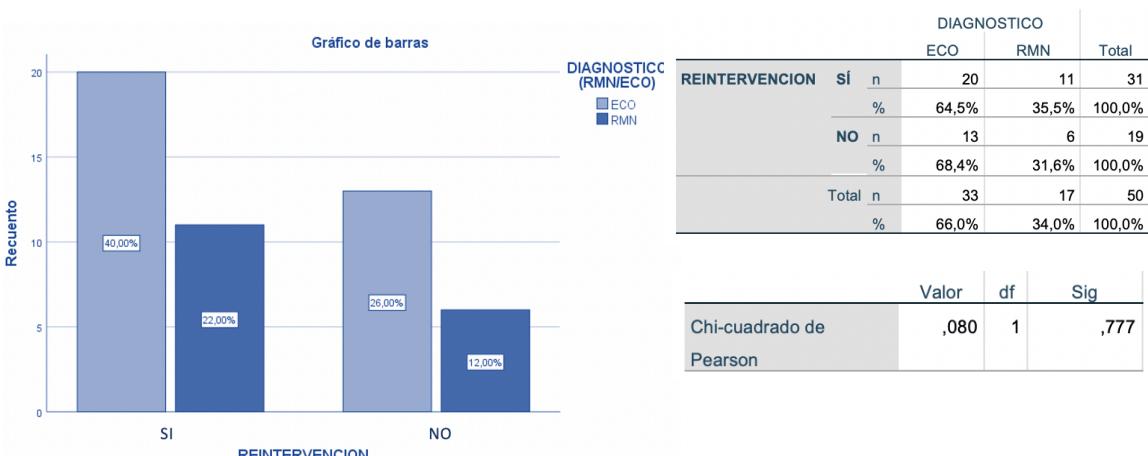
Total: 192 procedimientos  
Distribución de reintervención según procedimiento

A continuación se llevó a cabo un análisis de aquellos pacientes a los que habiendo indicado una radiofrecuencia inicialmente, necesitaron una reintervención. En primer lugar, se analizó si existía correlación entre el tamaño del neuroma diagnosticado y la reintervención, para lo cual se estratificó la muestra en menores y mayores de 6 mm (**Figura 17**). Con un p-valor de Chi cuadrado de 0,594; podemos afirmar que no hay relación estadísticamente significativa entre el tamaño y la reintervención en estos pacientes.



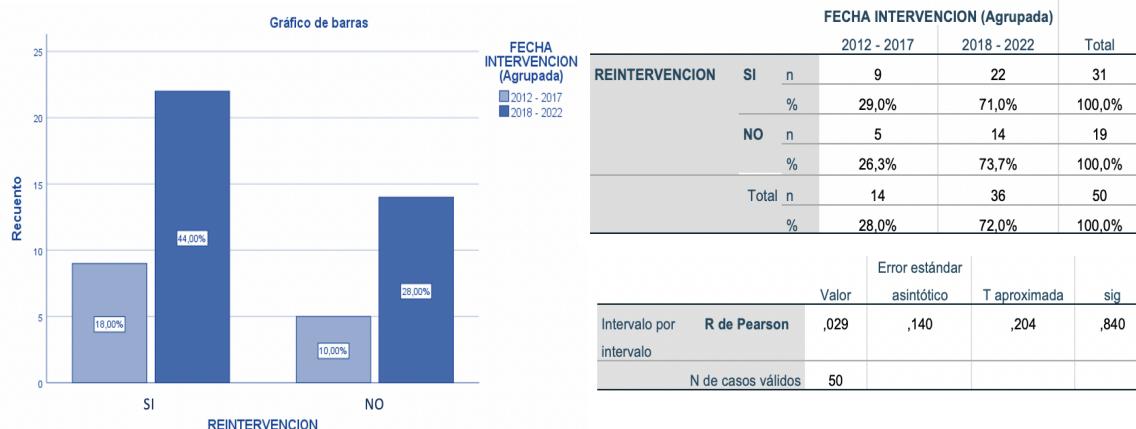
**Figura 17**  
*Relación entre tamaño y reintervención*

Para este mismo grupo, se analizó si existía alguna relación entre la tasa de reintervención y la técnica empleada para el diagnóstico. No se demostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ) en la tasa de reintervención para los pacientes diagnosticados con ecografía o con resonancia en el grupo estudiado (**Figura 18**).



**Figura 18**  
*Relación entre método diagnóstico y reintervención*

Ante la hipótesis de que los avances en la técnica podían haber influido en el éxito de la radiofrecuencia, se estudió la relación entre la fecha de cirugía y la necesidad de reintervención. Para ello, se estratificaron los casos entre aquellos intervenidos entre el 2012 y 2017, y entre el 2018 y 2022. Una R de Pearson de 0,029, próximo a 0, indica que no existe relación tampoco entre estas dos variables (**Figura 19**).

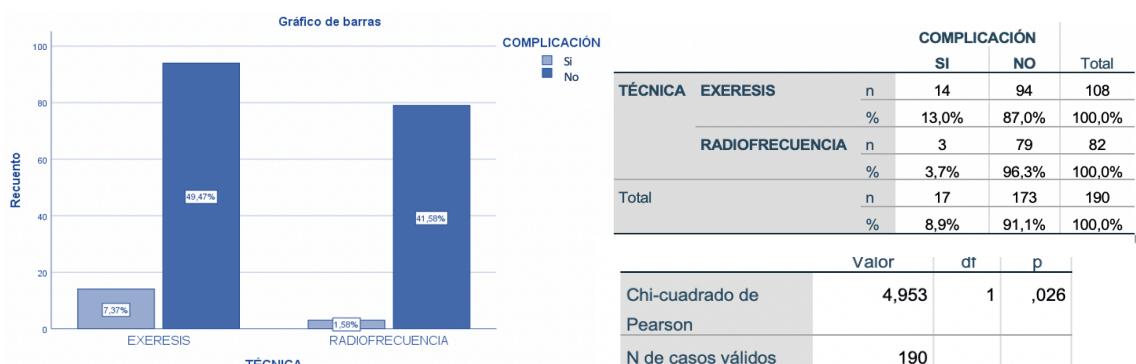


**Figura 19**  
*Relación entre fecha de cirugía y reintervención*

Por último, la **Figura 20** estudia las complicaciones detectadas con cada técnica del total de procedimientos estudiados. El porcentaje de complicaciones global fue del 9%, pero se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p<0,05$ ) entre la radiofrecuencia y la exéresis (**Figura 21**). El grupo de cirugía abierta presentó un 13% (14 casos) de complicación, frente a solamente un 3,7% (3 casos) para la radiofrecuencia.

Complicación	Exéresis	Radiofrecuencia
<i>Neuroma del muñón</i>	6	0
<i>Granuloma subcutáneo molesto</i>	3	1
<i>Hematoma persistente</i>	0	1
<i>Infección superficial de la herida quirúrgica</i>	3	0
<i>SDRC</i>	1	0
<i>Otros</i>	1	1

**Figura 20**  
*Principales complicaciones según procedimiento*



**Figura 21**  
*Relación entre procedimiento y complicaciones*

## 6. DISCUSIÓN

Las características demográficas de la muestra de este estudio coinciden con la epidemiología habitual en la literatura del neuroma de Morton. La mayoría de los casos (73%) aparecieron en mujeres, con una relación de aproximadamente 3:1 frente a los varones. Esta diferencia entre sexos no es tan marcada como en otros estudios publicados<sup>13</sup> pero se ha de tener en cuenta que solo se están considerando pacientes que acabaron recibiendo tratamiento invasivo. La edad media de la muestra fue de 57 años y cabe destacar que no incluía pacientes por debajo de los veinte años ni por encima de los 80, ya que en estos grupos se intenta optar por medidas conservadoras. Si se analiza la distribución por edades en cada una de las técnicas (*Figura 12*), se observa que son prácticamente equiparables, por lo que se puede suponer que la edad no ha influido determinantemente a la hora de ofrecer una técnica u otra. Las diferencias encontradas en cuanto al tamaño del neuroma en ambos grupos, pese a tener significación estadística, se consideran clínicamente irrelevantes por ser diferencias de tamaño mínimas medidas con un método operador dependiente como es la ecografía.

En cuanto a la localización del neuroma, en torno a un 70% apareció sobre el tercer espacio intermetatarsiano y un 30% sobre el segundo, distribución que se mantuvo estable si se analiza cada técnica por separado. *Kasperek et al*<sup>17</sup> publican una distribución por localización muy similar, aunque se diferencia con nuestra serie en la presencia de neuromas en localizaciones poco habituales como es el 4º espacio. La aparición de la lesión en localizaciones poco frecuentes a menudo se asocia a deformidades del antepié que también requieren corrección. En este estudio se excluyó a los pacientes a los que se asoció algún otro gesto quirúrgico, lo que podría explicar la ausencia de neuromas en localizaciones infrecuentes de esta muestra. *Genon et al*<sup>43</sup> plantean que los neuromas del segundo espacio responden peor al tratamiento invasivo que los del tercer espacio, no obstante, en nuestro estudio no se exploraron esas diferencias.

Aunque la clínica es lo más importante en el diagnóstico del neuroma de Morton, el uso de pruebas complementarias es la norma. En nuestro estudio, un 70% de los casos se apoyaron en la ecografía, un 30% en la RMN. Las últimas revisiones no encuentran diferencias entre las dos técnicas diagnósticas y sugieren el uso de ecografía como *gold*

*standard* por su menor coste<sup>20</sup>. En este trabajo se analizó la prueba complementaria utilizada entre aquellos pacientes que requirieron varias intervenciones (*Figura 18*), sin encontrar diferencias significativas en la tasa de reintervención con ecografía o RMN. Estos resultados apoyan la idea de que ambas pruebas complementarias son equiparables para el diagnóstico del neuroma. Cabe destacar que cuando apareció alguna complicación tras la intervención, la RMN fue la técnica de elección que permitió diferenciar neuromas del muñón, fibrosis u otras complicaciones. *Ernberg et al*<sup>44</sup> afirman que la ecografía también puede ser de utilidad en estos casos, especialmente si se plantea una toma de biopsia ecoguiada; pero reconocen que resulta difícil de interpretar por los cambios postquirúrgicos en la zona.

La importancia de la dimensión del neuroma ha sido objeto de revisión en la literatura y todavía existe controversia al respecto. La idea más aceptada en la bibliografía es que no existe una relación directa entre el tamaño de la lesión y la clínica que produce<sup>6,18</sup>. Los resultados de este trabajo apoyan esta teoría, ya que no se encontró correlación estadísticamente significativa entre la dimensión y el dolor cuantificado por la escala EVA (*Figura 15*). Si se analiza el dolor entre los pacientes que presentaron un neuroma muy pequeño, de 4 mm, se observa que todos referían un dolor por encima de 7 en la escala EVA y el 55% de ellos presentaban un dolor 8 o 9, superior a la media de la muestra. Del mismo modo, al analizar los neuromas de 11 mm, tamaño muy superior a la media, el dolor referido en un 33% de los pacientes es inferior a la media (EVA 6) y ninguno llegaba a valores de dolor máximos. En definitiva, estos resultados muestran que los neuromas más pequeños pueden ser muy dolorosos, de igual forma que los neuromas grandes pueden pasar desapercibidos hasta que comienzan a ser sintomáticos. *Lines et al*<sup>45</sup> sí que encuentran asociación entre el dolor y la dimensión del neuroma, sin embargo, se trata de una muestra menor a 50 pacientes que no se considera suficiente para refutar los resultados de nuestro estudio.

Pese a que *Finey et al*<sup>37</sup> describieron la radiofrecuencia en el neuroma de Morton a finales del siglo XX, no ha sido hasta los últimos diez años cuando su uso se ha generalizado. Los resultados de este trabajo reflejan que en torno al 70% de las termocoagulaciones incluidas se realizaron en los últimos cinco años (*Figura 10*) pasando de suponer solo 20% de los procedimientos invasivos para el tratamiento del

neuroma entre 2012 y 2017, a un 55% entre 2018 y 2022. A raíz de nuestros resultados, esta tendencia no se puede justificar por una mayor tasa de éxito de la técnica de termocoagulación, ya que si se analiza la reintervención en cada periodo se objetiva que se ha mantenido estable en un porcentaje en torno al 65% (*Figura 19*). Una mayor presencia de esta técnica en los foros científicos y la mayor accesibilidad podrían explicar este cambio de tendencia en nuestra unidad.

El análisis del tiempo en lista de espera demostró una demora quirúrgica superior para la ablación por radiofrecuencia con una mediana de 178 días, frente a la exéresis donde la mediana fue de 136 días; no obstante la dispersión de los datos fue importante. La muestra estudiada se recuperó del historial quirúrgico de la unidad, se trata por tanto de procesos que requirieron disponibilidad de un quirófano convencional habitualmente en régimen de cirugía sin ingreso. No obstante, en los últimos años la mayor experiencia y la disponibilidad de aparatos de radiofrecuencia ha hecho que esta técnica se comience a realizar fuera de quirófano, lo que podría revertir estas diferencias, convirtiendo a la ablación por radiofrecuencia en una opción mucho más accesible.

La *Figura 16* analiza la reintervención con cada técnica. Dentro de los pacientes a los que se indicó la ablación por radiofrecuencia, un 60% requirió reintervención. Estos resultados ponen en cuestión si un solo ciclo de radiofrecuencia es efectivo como tratamiento definitivo del neuroma. *Brooks et al*<sup>36</sup> proponen, aunque con un nivel de evidencia limitado, que la realización de tres ciclos de radiofrecuencia puede ser superior a dos ciclos. Los resultados de nuestra muestra concuerdan con esta idea; ya que un 33% de los pacientes a los que se indicó la radiofrecuencia requirieron varias sesiones y, de hecho, 3 procesos de radiofrecuencia fue el número de repeticiones más frecuente. Hasta un 26% de los pacientes que optaron por termocoagulación tuvieron una mala respuesta y requirieron más adelante exéresis quirúrgica, un porcentaje superior a otros estudios publicados. En la serie de *Chuter et al*<sup>46</sup>, que emplearon radiofrecuencia continua ecoguiada, este porcentaje fue solamente del 10%, por lo que nos planteamos que implementar el uso de ecografía en esta técnica podría mejorar los resultados de nuestra unidad.

Se planteó la hipótesis de que la dimensión del neuroma podría influir en la respuesta a la radiofrecuencia, considerando que el efecto térmico sobre el tejido nervioso sería menor cuanto mayor fibrosis existiera en la zona. La *Figura 17* recoge el porcentaje de reintervención agrupando los pacientes en lesiones menores o mayores a 6 mm. En nuestra serie no se lograron demostrar diferencias estadísticamente significativas, aunque consideramos necesario estudios más exhaustivos para descartar una hipótesis con gran plausibilidad biológica.

El dolor previo a la cirugía fue de 7,4 de media (EVA), similar a los resultados de la serie de *Villas et al*<sup>47</sup> (EVA 7,2), sin encontrar diferencias entre el grupo de radiofrecuencia y de exéresis. Estas diferencias sí que existieron al comparar el dolor tras la intervención (*Figura 14*) donde la radiofrecuencia disminuía el dolor notablemente (-4,3 EVA) pero en menor medida que la exéresis (-5,57 EVA). Los resultados, estadísticamente significativos sugieren que ambas técnicas son útiles para mejorar los síntomas pero la exéresis logra resultados más satisfactorios. Cabe destacar que los pacientes que partieron de puntuaciones de dolor muy elevadas tuvieron mejor respuesta al tratamiento y aquellos con puntuaciones intermedias no lograron en general mejorías completas. Este patrón de respuesta también aparece en otros estudios publicados<sup>43,48</sup>, sugiriendo que los pacientes con más dolor pueden obtener mayor beneficio con el procedimiento invasivo.

Las primeras referencias al tratamiento del neuroma de Morton mediante electrocoagulación empleaban dispositivos de radiofrecuencia continua, que alcanzan temperaturas locales elevadas en un corto periodo de tiempo<sup>37</sup>. En el presente estudio se ha empleado la radiofrecuencia pulsada, que logra temperaturas locales en torno a 42º y permite su aplicación durante un tiempo mayor sin provocar daños a los tejidos circundantes<sup>49</sup>. Además, se plantea que en la modalidad pulsada se actúa de manera más selectiva sobre las fibras nerviosas de menor diámetro, las fibras nociceptivas C y A $\delta$ , y además tiene un efecto neuromodulador inhibiendo potenciales de acción en neuronas de vías nociceptivas<sup>50</sup>. La tasa de éxito en la literatura para las dos modalidades de radiofrecuencia es similar<sup>51,52</sup>, pero no existen trabajos que las comparen directamente. En este sentido, consideramos necesario nuevos estudios de

calidad que podrían demostrar diferencias que sí han sido estudiadas en otras patologías como el dolor lumbar<sup>53</sup>.

La interpretación de los resultados expuestos anteriormente en cuanto a disminución de dolor y tasa de reintervención con la termocoagulación por radiofrecuencia sugiere que, pese a que existe una mejoría del dolor inicial, a largo plazo los síntomas reaparecen frecuentemente. Si consideramos la radiofrecuencia pulsada como una técnica principalmente neuromoduladora, más que neurodestructiva podemos explicar la importante tasa de reintervención de nuestra serie. No obstante, el hecho de que el 74% de los pacientes tratados con radiofrecuencia hayan evitado la exéresis, confirma los buenos resultados de la técnica.

La tasa de complicaciones global fue del 8,9% en la muestra en conjunto, sin embargo, fue significativamente mayor en la técnica de exéresis (13%), frente a la termocoagulación (4%). La mayoría de las complicaciones detectadas fueron menores y relacionadas con la herida quirúrgica. En la *Figura 20* se recogen aquellas más frecuentes. La extirpación incompleta del neuroma, o su reaparición sobre el muñón nervioso se considera la principal causa de fracaso de la exéresis quirúrgica<sup>54</sup>. En nuestro trabajo se detectaron 6 casos de pacientes con recurrencia de los síntomas a causa de la formación de un neuroma del muñón, que respondieron satisfactoriamente a una nueva cirugía. Cabe destacar que un paciente presentó un Síndrome de Dolor Regional Complejo (SDRC) confirmado mediante criterios clínicos y con gammagrafía ósea. El SDRC es una complicación muy poco frecuente, apenas descrita en la cirugía del neuroma de Morton. Su diagnóstico precoz y el tratamiento rehabilitador logró una evolución favorable en este paciente. Las complicaciones con la técnica de radiofrecuencia fueron insignificantes y se relacionaron con la zona de punción. En este sentido, en nuestro centro se ha comenzado a aplicar radiofrecuencia con un dispositivo en el que la corriente eléctrica parte de electrodos situados sobre la piel sin necesidad de realizar punción, lo que podría acabar con esta tasa mínima de complicaciones.

## **6.1 LIMITACIONES**

La principal limitación de este trabajo es que se trata de un estudio con un diseño observacional y recogida de datos retrospectiva, que además emplea una fuente

indirecta como son las anotaciones de la Historia Clínica Electrónica. Un ensayo controlado aleatorizado sería preferible para comparar los resultados de dos técnicas quirúrgicas. Por otro lado, nuestra población a estudio incluía pacientes intervenidos por diferentes cirujanos, por lo que pequeñas modificaciones en la técnica empleada podrían suponer sesgos en el resultado final.

Otra de las limitaciones existentes tiene que ver con la muestra a estudio. Se recuperaron los pacientes del historial quirúrgico de la unidad, por lo que se contabilizaron solamente a aquellos intervenidos en nuestro centro a lo largo de los años estudiados. De esta manera, no se pudieron incluir pacientes que hubieran cambiado de centro de referencia durante el seguimiento, ni aquellos que hubieran optado por un tratamiento en centros privados.

Por otro lado, el dolor se evaluó mediante la Escala Visual Analógica, un recurso de gran utilidad para evaluar el dolor a corto plazo por su sencillez. Sin embargo, existen autores que la consideran una herramienta pobre para evaluar resultados a largo plazo de procedimientos en cirugía ortopédica<sup>55</sup>. En este sentido, el uso de escalas de dolor multidimensional podrían aportar información más detallada sobre este aspecto.

Finalmente, en este estudio se han analizado intervenciones realizadas a lo largo de diez años. La comparación de resultados en este largo periodo de tiempo puede introducir sesgos de época ligados a los avances técnicos que se han ido introduciendo. Aunque cabe mencionar que con el objetivo de mitigar este efecto se realizaron análisis estratificados por fecha de intervención. Además, el diseño del estudio hace que el periodo de seguimiento se acorte conforme se analizan intervenciones más recientes, por lo que pueden existir sesgos en la tasa de reintervención de los procedimientos realizados en los últimos años.

## **6.2 FINANCIACIÓN Y CONFLICTO DE INTERESES**

No ha existido financiación externa del estudio. Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la formulación de las recomendaciones y acciones.

## **7. CONCLUSIONES**

**1.-** Las características demográficas de los pacientes intervenidos por neuroma de Morton en nuestro medio coinciden con la literatura, con un predominio notable de mujeres en torno a la quinta década de la vida

**2.-** La localización más habitual del neuroma es el tercer espacio intermetatarsiano y se debe a factores anatómicos y biomecánicos del pie.

**3.-** El diagnóstico del neuroma de Morton suele apoyarse en pruebas complementarias. La ecografía y la RMN son técnicas comparables pero el coste-efectividad de la primera hace recomendable su uso de rutina, reservando la resonancia para casos de complicación o duda diagnóstica.

**4.-** Los resultados de este trabajo no encuentran relación entre la dimensión del neuroma y el dolor que provocan. Así, existen lesiones pequeñas muy incapacitantes y otras de gran tamaño bien toleradas.

**5.-** En nuestro centro, la indicación de neurolisis por radiofrecuencia frente a exéresis ha aumentado exponencialmente durante los últimos cinco años, sin que exista hasta el momento un protocolo de tratamiento establecido para el neuroma de Morton.

**6.-** Una gran proporción (60%) de los pacientes que se someten a termocoagulación requieren varias sesiones pero el porcentaje de ellos que finalmente evita la cirugía de exéresis es considerable (74%). Se estima que tres repeticiones sería lo indicado.

**7.-** Tanto la exéresis como la neurolisis por radiofrecuencia logran una disminución del dolor significativa a corto plazo en el neuroma de Morton, aunque la exéresis logra alivios sintomáticos mayores. Sin embargo, la tasa de reintervención de la neurlisis sugiere que el efecto de esta técnica podría ser pasajero en algunos pacientes.

**8.-** Tanto la exéresis como la neurolisis por radiofrecuencia son técnicas seguras. No obstante, las pocas complicaciones se asocian a la herida quirúrgica por lo que son significativamente mayores para la cirugía abierta.

**9.-** La cada vez mayor accesibilidad de la neurolisis por radiofrecuencia podría convertir a esta técnica en una herramienta útil y segura para su uso fuera de quirófano, ayudando a disminuir la necesidad de cirugía abierta en el neuroma de Morton.

**10.-** Son necesarios ensayos controlados aleatorizados para poder comparar la eficacia de ambas técnicas e intentar definir el perfil de paciente ideal para cada una de ellas.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Morton TS. VI. Metatarsalgia (Morton's Painful Affection of the Foot), with an Account of Six Cases Cured by Operation. Ann Surg. junio de 1893;17(6):680-99.
2. De Maeseneer M, Madani H, Lenchik L, Kalume Brigido M, Shahabpour M, Marcelis S, et al. Normal Anatomy and Compression Areas of Nerves of the Foot and Ankle: US and MR Imaging with Anatomic Correlation. RadioGraphics [Internet]. 2015;35(5):1469-82. Disponible en: <https://doi.org/10.1148/rg.2015150028>
3. Morscher E, Ulrich J, Dick W. Morton's Intermetatarsal Neuroma: Morphology and Histological Substrate. Foot Ankle Int [Internet]. 2000;21(7):558-62. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/107110070002100705>
4. Nissen KI. Plantar digital neuritis; Morton's metatarsalgia. J Bone Joint Surg Br. 1948;30B(1):84-94.
5. Symeonidis PD, Iselin LD, Simmons N, Fowler S, Dracopoulos G, Stavrou P. Prevalence of interdigital nerve enlargements in an asymptomatic population. Foot ankle Int. 2012;33(7):543-7.
6. Bencardino J, Rosenberg ZS, Beltran J, Liu X, Marty-Delfaut E. Morton's Neuroma: is it always symptomatic? Am J Roentgenol [Internet]. 2000;175(3):649-53. Disponible en: <https://doi.org/10.2214/ajr.175.3.1750649>
7. Kasperek M, Schneider W. Surgical treatment of Morton's neuroma: clinical results after open excision. Int Orthop. 2013;37(9):1857-61.
8. Jones JR, Klenerman L. A study of the communicating branch between the medial and lateral plantar nerves. Foot Ankle. 1984;4(6):313-5.
9. Levitsky KA, Alman BA, Jevsevar DS, Morehead J. Digital nerves of the foot: anatomic variations and implications regarding the pathogenesis of interdigital neuroma. Foot Ankle. 1993;14(4):208-14.
10. Gauthier G. Thomas Morton's disease: a nerve entrapment syndrome. A new surgical technique. Clin Orthop Relat Res. 1979;(142):90-2.
11. Hassouna H, Singh D. Morton's metatarsalgia: pathogenesis, aetiology and current management. Acta Orthop Belg. 2005;71(6):646-55.
12. Bossley CJ, Cairney PC. The intermetatarsophalangeal bursa--its significance in Morton's metatarsalgia. J Bone Jt Surg Br Vol [Internet]. 1980;62-B(2):184-7. Disponible en:

<https://doi.org/10.1302/0301-620X.62B2.7364832>

13. Valero J, Gallart J, González D, Deus J, Lahoz M. Multiple interdigital neuromas: a retrospective study of 279 feet with 462 neuromas. *J foot ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg.* 2015;54(3):320-2.
14. Valero Salas J, Luis Salcini Macías J, Gallart Ortega J, González López D, de Morton Etiología Podiatría N. Revisión de las teorías acerca de la etiología del neuroma de Morton. *Rev española Podol.* 2015;26(2):42-9.
15. SECOT. Manual de cirugía ortopédica y traumatología (T.2). 2.a ed. 2010. 1479-80 p.
16. Mahadevan D, Venkatesan M, Bhatt R, Bhatia M. Diagnostic Accuracy of Clinical Tests for Morton's Neuroma Compared With Ultrasonography. *J Foot Ankle Surg [Internet].* 2015;54(4):549-53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2014.09.021>
17. Mulder JD. The causative mechanism in Morton's metatarsalgia. *J Bone Jt Surg Br Vol [Internet].* 1951;33-B(1):94-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.33B1.94>
18. Sharp RJ, Wade CM, Hennessy MS, Saxby TS. The role of MRI and ultrasound imaging in Morton's neuroma and the effect of size of lesion on symptoms. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85(7):999-1005.
19. Pastides P, El-Sallakh S, Charalambides C. Morton's neuroma: A clinical versus radiological diagnosis. *Foot Ankle Surg [Internet].* 2012;18(1):22-4. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1268773111000245>
20. Bignotti B, Signori A, Sormani MP, Molfetta L, Martinoli C, Tagliafico A. Ultrasound versus magnetic resonance imaging for Morton neuroma: systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol.* 2015;25(8):2254-62.
21. Park YH, Choi WS, Choi GW, Kim HJ. Intra- and Interobserver Reliability of Size Measurement of Morton Neuromas on Sonography. *J ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med.* 2019;38(9):2341-5.
22. Xu Z, Duan X, Yu X, Wang H, Dong X, Xiang Z. The accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for the diagnosis of Morton's neuroma: A systematic review. *Clin Radiol.* 2015;70(4):351-8.
23. Ormeci T, Güler O, Malkoc M, Keskinbora M, Güngören FZ, Mahirogulları M. Diagnostic Value of Elastography in the Diagnosis of Intermetatarsal Neuroma. *J foot ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg.* 2016;55(4):720-6.
24. Jain S, Mannan K. The Diagnosis and Management of Morton's Neuroma: A Literature Review. *Foot Ankle Spec.* 2013;6(4):307-17.
25. Thomson CE GJNA, Martin D. Interventions for the treatment of Morton's neuroma. *Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 2004;(3). Disponible en: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003118.pub2>
26. Matthews BG TCEMJCHMP, Ware RS. Treatments for Morton's neuroma. *Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 2021;(7). Disponible en: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD014687>
27. Saygi B, Yildirim Y, Saygi EK, Kara H, Esemenli T. Morton neuroma: comparative results of two conservative methods. *Foot ankle Int.* 2005;26(7):556-9.
28. de Oliveira HAV, Natour J, Vassalli M, Rosenfeld A, Jennings F, Jones A. Effectiveness of customized insoles in patients with Morton's neuroma: a randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Clin Rehabil.* 2019;33(12):1898-907.

29. Cashley DG, Cochrane L. Manipulation in the Treatment of Plantar Digital Neuralgia: A Retrospective Study of 38 Cases. *J Chiropr Med.* 2015;14(2):90-8.
30. Matthews BG, Hurn SE, Harding MP, Henry RA, Ware RS. The effectiveness of non-surgical interventions for common plantar digital compressive neuropathy (Morton's neuroma): A systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2019;12(1):1-21.
31. Thomson CE, Beggs I, Martin DJ, McMillan D, Edwards RT, Russell D, et al. Methylprednisolone Injections for the Treatment of Morton Neuroma. *J Bone Jt Surg.* 2013;95(9):790-8.
32. Di Caprio F, Meringolo R, Shehab Eddine M, Ponziani L. Morton's interdigital neuroma of the foot: A literature review. *Foot Ankle Surg [Internet].* 2018;24(2):92-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2017.01.007>
33. Climent JM, Mondéjar-Gómez F, Rodríguez-Ruiz C, Díaz-Llopis I, Gómez-Gallego D, Martín-Medina P. Treatment of Morton neuroma with botulinum toxin A: a pilot study. *Clin Drug Investig.* 2013;33(7):497-503.
34. Markovic M, Crichton K, Read JW, Lam P, Slater HK. Effectiveness of ultrasound-guided corticosteroid injection in the treatment of Morton's neuroma. *Foot ankle Int.* 2008;29(5):483-7.
35. Kubota M, Ohno R, Ishijima M, Hanyu R, Sakai K, Sugawara Y, et al. Minimally invasive endoscopic decompression of the intermatatarsal nerve for Morton's neuroma. *J Orthop.* 2015;12(Suppl 1):S101-4.
36. Brooks D, Parr A, Bryceson W. Three Cycles of Radiofrequency Ablation Are More Efficacious Than Two in the Management of Morton's Neuroma. *Foot Ankle Spec.* 2018;11(2):107-11.
37. Finney W, Wiener SN, Catanzariti F. Treatment of Morton's neuroma using percutaneous electrocoagulation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1989;79(12):615-8.
38. Moore JL, Rosen R, Cohen J, Rosen B. Radiofrequency thermoneurolysis for the treatment of Morton's neuroma. *J foot ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg.* 2012;51(1):20-2.
39. Deniz S, Purtuloglu T, Tekindur S, Cansız KH, Yetim M, Kilickaya O, et al. Ultrasound-guided pulsed radio frequency treatment in Morton's neuroma. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2015;105(4):302-6.
40. Xu W, Zhang N, Li Z, Wang Y, Li X, Wang Y, et al. Plantar and dorsal approaches for excision of morton's neuroma: a comparison study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):1-5.
41. Zhang J, Li J, Cai W, Zheng K, Huang X, Rong X, et al. Effect of surgical approach on the treatment of Morton's neuroma: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2023;16(1):57.
42. Moore JL, Rosen R, Cohen J, Rosen B. Radiofrequency Thermoneurolysis for the Treatment of Morton's Neuroma. *J Foot Ankle Surg [Internet].* 2012;51(1):20-2. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2011.10.007>
43. Genon MP, Chin TY, Bedi HS, Blackney MC. Radio-frequency ablation for the treatment of Morton's neuroma. *ANZ J Surg [Internet].* 2010;80(9):583-5. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1445-2197.2010.05401.x>
44. Ernberg LA, Adler RS, Lane J. Ultrasound in the detection and treatment of a painful stump neuroma. *Skeletal Radiol.* 2003;32(5):306-9.
45. Lines S, Winson I, Bradley M. Morton's neuroma size and the effect of corticosteroid on

pain. Orthop Proc [Internet]. 2008;90-B:229. Disponible en: [https://doi.org/10.1302/0301-620X.90BSUPP\\_II.0900229b](https://doi.org/10.1302/0301-620X.90BSUPP_II.0900229b)

46. Chuter GSJ, Chua YP, Connell DA, Blackney MC. Ultrasound-guided radiofrequency ablation in the management of interdigital (Morton's) neuroma. *Skeletal Radiol.* 2013;42(1):107-11.
47. Villas C, Florez B, Alfonso M. Neurectomy versus neurolysis for Morton's neuroma. *Foot Ankle Int.* 2008;29(6):578-80.
48. Lu VM, Puffer RC, Everson MC, Gilder HE, Burks SS, Spinner RJ. Treating Morton's neuroma by injection, neurolysis, or neurectomy: a systematic review and meta-analysis of pain and satisfaction outcomes. *Acta Neurochir (Wien).* 2021;163(2):531-43.
49. Martin-Arroyo JMT. Radiofrecuencia pulsada: Pasan los años y seguimos con las mismas incógnitas. *Rev la Soc Esp del Dolor.* 2016;23(4):167-9.
50. Cahana A, Van Zundert J, Macrea L, Van Kleef M, Sluijter M. Pulsed Radiofrequency: Current Clinical and Biological Literature Available. *Pain Med [Internet].* 2006;7(5):411-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2006.00148.x>
51. Deniz S, Purtuloglu T, Tekindur S, Cansız KH, Yetim M, Kılıçkaya O, et al. Ultrasound-guided pulsed radio frequency treatment in Morton's neuroma. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2015;105(4):302-6.
52. Paolo R, Roberto A, Mihai BP. Radiofrequency Thermo-Ablation of Morton's Neuroma: A Valid Minimally Invasive Treatment Procedure in Patients Resistant to Conservative Treatment. *Open J Orthop.* 2013;03(08):325-30.
53. Jena BR, Paswan A, Singh Y, Loha S, Singh AP, Rastogi V. A comparative study of continuous versus pulsed radiofrequency discectomy for management of low backache: Prospective randomized, double-blind study. *Anesth essays Res.* 2016;10(3):602-6.
54. Sardón Melo S, Orejana García A, Padilla Urrea V, Méndez Montaño M, Moreno Martín F. Neuroma de Morton recurrente o Neuroma de Muñón. *Rev española Podol.* 2011;22(2):56-61.
55. Cuellar DO NP. Evaluating Pain in Orthopedic Patients: Can the Visual Analog Scale be used as a Long-term Outcome Instrument? *J Pain Reli.* 2015;04(03).

## 9. ANEXOS

### Anexo 1.- Informe de dictamen favorable de CEIC- Aragón



#### Informe Dictamen Favorable Trabajos académicos

C.I. PI23/014

8 de febrero de 2023

Dña. María González Hinjos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

#### CERTIFICA

**1º.** Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 08/02/2023, Acta Nº 03/2023 ha evaluado la propuesta del Trabajo:

**Título: Neurosisis por radiofrecuencia versus exéresis quirúrgica en el Neuroma de Morton.**

**Alumno: Javier Adán Laguna**

**Tutora: LAURA EZQUERRA HERRANDO**

**Versión protocolo: v2. 06/02/23**

**Se acepta la cesión de datos seudonimizados al alumno**

**2º.** Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y los principios éticos aplicables.
- El Tutor/Director garantiza la confidencialidad de la información, la obtención de los permisos oportunos y el adecuado tratamiento de los datos, en cumplimiento de la legislación vigente y la correcta utilización de los recursos materiales necesarios para su realización.

**3º.** Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del proyecto.**

Lo que firmo en Zaragoza

María González Hinjos  
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

---

Página 1 de 1

Tel. 976 71 5836 Fax. 976 71 55 54 Correo electrónico mgonzalezh.ceic@aragon.es